

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕФТЯНЫЕ ПЛАСТЫ ЮРСКИХ ЗАЛЕЖЕЙ

Выпускная квалификационная работа

Шаймухаметова Р.Х.

Научный руководитель
преподаватель кафедры РГКМ

Б.Ш. Муслимов

Актуальность работы

В последние годы отмечается растущий интерес к применению технологии водогазового воздействия (ВГВ). Промысловый опыт доказывает, что ВГВ на продуктивный пласт как метод повышения нефтеотдачи сочетает в себе положительные стороны технологии вытеснения нефти газом высокого давления и технологии разработки залежи с применением заводнения. ВГВ является комбинацией традиционного заводнения и газовых методов.

Цель работы: подбор оптимальных параметров закачки водогазовой смеси для условий Самотлорского месторождения и последующая разработка технологии закачки смеси при отсутствии высоконапорного газа.

Поставленные задачи:

1. Изучить технику и технологию проведения ВГВ.
2. Сформулировать критерии, применяемые к объекту для проведения ВГВ.
3. Выявить проблемы, связанные с реализацией ВГВ, предложить возможные варианты их решений.
4. Усовершенствовать методику расчёта характеристик газожидкостного струйного аппарата с помощью учёта сжимаемости газовой компоненты.
5. Разработать технологию закачки ВГС при отсутствии высоконапорного газа.

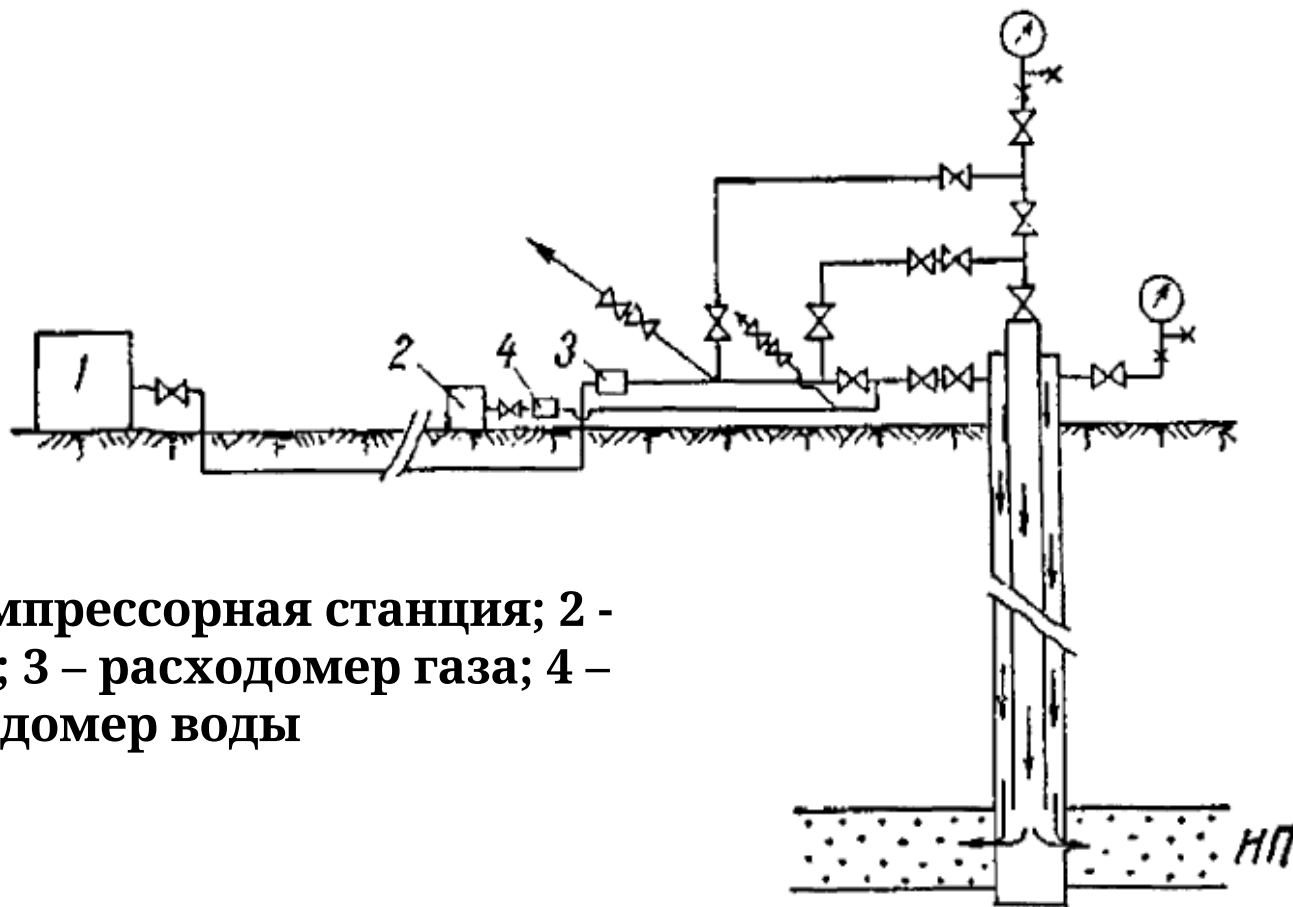
Технологии ВГВ, испытанные в промысловых условиях

Последовательная - агенты нагнетаются в пласт один за другим. Технологию рекомендуют для низкопроницаемых коллекторов.

Попеременная - закачка рабочих агентов выполняют нагнетанием газа и воды в пласт чередующимися оторочками (0,05 начального нефтенасыщенного порового объема пласта и менее). Технология рекомендуется для более проницаемых коллекторов.

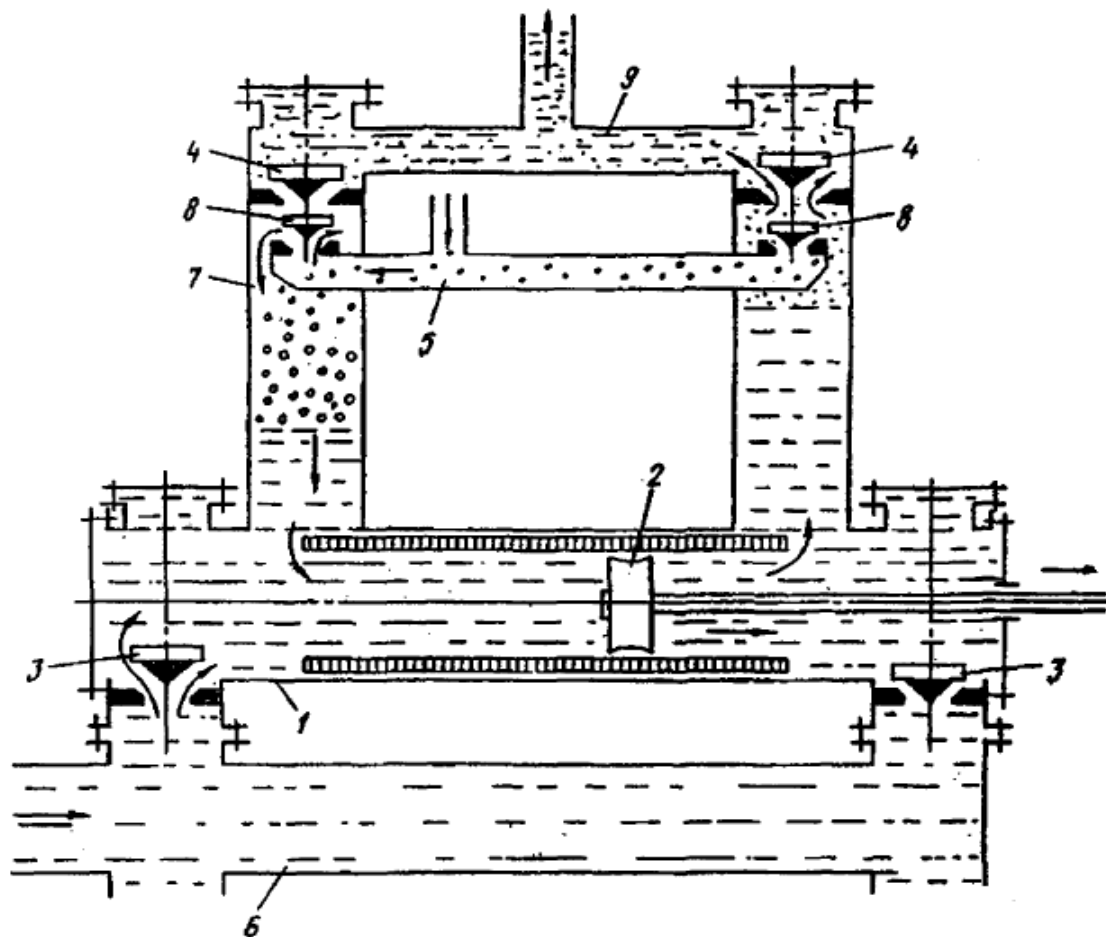
Совместная - газ и вода нагнетаются в пласт одновременно. Технология может быть применена для различных коллекторов.

Комбинированная - технология используется с целью увеличения темпов разработки и степени выработки запасов нефти.



1 - компрессорная станция; 2 - насос; 3 – расходомер газа; 4 – расходомер воды

Компрессорная технология
ВГВ



1 – рабочий цилиндр, 2 – поршень, 3 – всасывающие жидкостные клапаны, 4 – нагнетательные клапаны, 5 – всасывающая газовая линия, 6 – всасывающая жидкостная линия, 7 – дополнительная камера, 8 – впускные клапаны для газа, 9 – нагнетательный коллектор.

Схема перекачки ВГС бустерным поршневым насосом

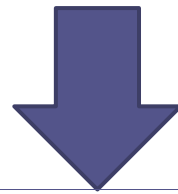
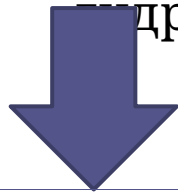
Критерии, применяемые к объекту для проведения ВГВ

- **Геолого-физические**, характеризующиеся глубиной залегания пласта, физико-химическими свойствами и составом пластовой нефти, пластовыми условиями, толщиной и неоднородностью пласта, проницаемостью коллектора, минералогическим составом пород, состоянием покрышек, наличием нефтяных зон;
- **Технологические и технико-экономические** критерии применения водогазового воздействия, характеризующиеся величиной запасов нефти, объектом и системой разработки, стадией применения метода, ресурсами газа, технической оснащенностью.

Проблемы, связанные с реализацией ВГВ, возможные варианты их решения

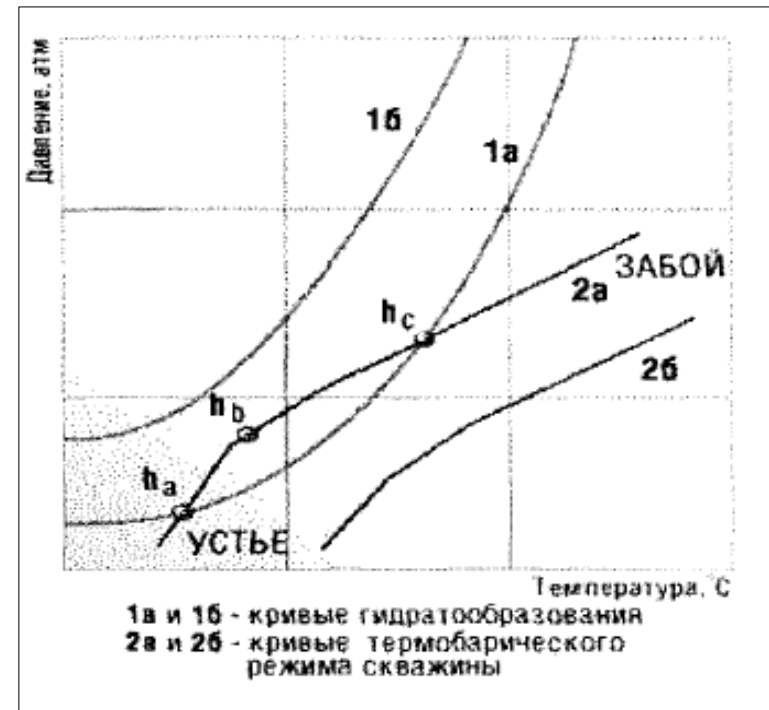
Образование

гидратов



изменения
положения
кривой
гидратообразован
ия

смещение
кривой
термобарическог
о
режима
скважины



РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОЖИДКОСТНОГО СТРУЙНОГО АППАРАТА С УЧЁТОМ СЖИМАЕМОСТИ ГАЗОВОЙ КОМПОНЕНТЫ

При работе эжектора давление откачиваемого газа по длине камеры возрастает,

газ сжимается и частично растворяется в жидкости, его объемный расход снижается и, кроме того, газовая компонента в отличие от жидкости заметно сжимается. Новый параметр учитывает это заметное уменьшение объема при сжатии. Физический смысл - характеризует отношение среднего расхода газа в проточной части струйного аппарата к подаче рабочей жидкости.

Среднеинтегральный коэффициент инжекции газа с учетом сжимаемости газовой компоненты

$$U_{з.ср.} = \frac{1}{P_c - P_n} \int_{P_n}^{P_c} U_z(P) dP$$

где $U_z(P)$ - коэффициент инжекции газа в функции давления.

Расчёт характеристик нагнетания ВГС при её максимальном газосодержании

Максимальное значение коэффициента
инжекции по газу U_z

$$U_z = \frac{(P_c - P_n) \cdot \bar{U}_{г.ср}}{\ln\left(\frac{P_c}{P_n}\right) \cdot P_{ам} \cdot z} = \frac{(135 - 100) \cdot 0,5}{\ln\left(\frac{135}{100}\right) \cdot 1 \cdot 1} = 58,33$$

$$Q_z = 200 \cdot 58,33 = 11667 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Давление, создаваемое струйным аппаратом

$$\Delta P_c = P_c - P_{вх} = P_{вых}^{\text{необх}} - P_{вх} \quad \Delta P_c = 200 - 180 = 20 \text{ атм}$$

Плотность ВГС можно рассчитать по формуле

$$\rho = \frac{P_{заб} - P_{вых}^{\text{необх}}}{gH} \quad \rho = \frac{300 \cdot 10^5 - 200 \cdot 10^5}{9,81 \cdot 2000} = 500 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Рассчитаем расход газа согласно формуле

$$Q_z = Q_{рж} \cdot U_z = 200 \cdot 200 = 40000 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Результаты расчёта параметров нагнетания ВГС плотностью 600 кг/м³

Тип струйного аппарата	U_{cp}	U_z	$Q_{рж},$ м ³ /сут.	$\Delta P_c / \Delta P_p$	ΔP_p атм.	P_p атм.	Q_z м ³ /сут
Высоконапорный	0,5-1,0	68-135,6	200	0,38-0,18	228,6-444,5	338,6-544,5	13559- 27120
низконапорный	1,0-2,0	135,6-271	200	0,18-0,025	444,5-3200	544,5-3300	27120- 54237

Для дальнейшего решения задачи зададимся реальным значением $P_p = 200$ атм.

Перепад давления в рабочем сопле СА $\Delta P_p = P_p - P_{ex} = 200 - 100 = 100 \text{ атм.}$

Для $U_{cp} = 0,5$ $\Delta P_c / \Delta P_p = 0,35$ $\Delta P_c = 100 \cdot 0,35 = 35 \text{ атм.}$

Давление создаваемое КНС $P_p = \Delta P_p + P_{ex} = 35 + 100 = 135 \text{ атм.}$

Результаты расчётов параметров нагнетания ВГС плотностью 600 кг/м³

Объём газа в ВГС при различных значениях на выходе СА P_c

$$U_2 = \frac{(P_c - P_n) \cdot U_{г.ср}}{\ln\left(\frac{P_c}{P_n}\right) \cdot P_{ам} \cdot z} = \frac{(120 - 100) \cdot 0,5}{\ln\left(\frac{120}{100}\right) \cdot 1 \cdot 1} = 55$$

$$Q_2 = 200 \cdot 55 = 11111 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Аналогичный расчёт проведём при $U_{ср}=1$ и $U_{ср}=2$, результаты представлены в таблице

Тип струйного аппарата	$U_{ср}$	U_2	$P_{р,атм.}$	Q_2 , м ³ /сут
Высоконапорный	0,5-1,0	58,33-106	135-118	13559-27120
низконапорный	1,0-2,0	106-208	118-102,5	27120-54237

Проанализировав результаты расчётом можно сделать вывод, что максимальное давление на выходе СА не будет превышать 135 атм. и его будет не достаточно для закачки в пласт ВГС указанной плотности. На 1 м³ воды можно закачать от 58,33 до 106 м³ газа в зависимости от типа СА.

Результаты расчётов параметров нагнетания ВГС плотностью 900 кг/м³

Необходимое давление для закачки в пласт ВГС при условии поддержания забойного давления 300 атм.:

$$P_{\text{вых}}^{\text{необх}} = P_{\text{заб}} - \rho_{\text{см}} \cdot g \cdot H = 300 - 900 \cdot 9,81 \cdot 2000 = 120 \text{ атм.}$$

Далее находим давление создаваемое струйным аппаратом:

$$\Delta P_c = P_c - P_{\text{вх}} = P_{\text{вых}}^{\text{необх}} - P_{\text{вх}} = 120 - 100 = 20 \text{ атм.}$$

Давление, которое необходимо развить на КНС, для различных значений безразмерного перепада давления на СА .

$$\Delta P_p = \frac{\Delta P_c}{(\Delta P_c / \Delta P_p)} = \frac{20}{0,35} = 57$$

$$\Delta P_p = \frac{20}{0,18} = 111$$

$$\Delta P_p = \frac{20}{0,025} = 800$$

Результаты расчётов параметров нагнетания ВГС плотностью 900 кг/м³

Вычисляем давление создаваемое КНС по формуле:

$$P_p = \Delta P_p + P_{вх} = 57 + 100 = 157 \text{ атм.}$$

$$P_p = 111 + 100 = 211 \text{ атм.}$$

$$P_p = 800 + 100 = 900 \text{ атм.}$$

Количество газа, которое мы сможем закачать при заданных условиях. Принимаем коэффициент инжекции по газу $U_{cp} = 0,5$ для высоконапорного СА.

$$U_z = \frac{(P_c - P_n) \cdot U_{г.ср}}{\ln\left(\frac{P_c}{P_n}\right) \cdot P_{атм} \cdot z} = \frac{(120 - 100) \cdot 0,5}{\ln\left(\frac{120}{100}\right) \cdot 1 \cdot 1} = 55$$

Расход газа в ВГС при заданном давлении будет составлять $Q_z = 200 \cdot 55 = 11111 \text{ м}^3 / \text{сут.}$

Полученная величина свидетельствует нам о том, что при заданном давлении на выходе струйного аппарата равном 100 атм., в пласт мы сможем закачать только 55 м³ газа на 1 м³ воды, это достаточно маленькая величина для осуществления эффективного ВГВ.

Для высоконапорного струйного аппарата проводим расчёт по аналогии, изменяется лишь $U_{cp} = 1$, тогда $U_z = 111$, $Q_z = 22222 \text{ м}^3 / \text{сут.}$

Основные выводы

1. При условии давления на входе СА равном 20 атм. и плотности ВГСравной 600 кг/м³, невозможно создать систему эффективного водогазового воздействия на пласт.
2. Для закачки минерализованной ВГС плотность 900 кг/м³, при условии давления на входе СА равном 20 атм., необходимо создать давление рабочей жидкости (давление закачки) в пределах 157-211 атм. для высоконапорных струйных аппаратов, а в случае применения низконапорных струйных аппаратов в пределах 211-900 атм.
3. В зависимости от типа струйного аппарата при закачке в скважину минерализованной ВГС, количество газа, приходящееся на 1м³ воды, будет находиться в пределах 55-111 м³.

Технология закачки ВГС при отсутствии высоконапорного газа

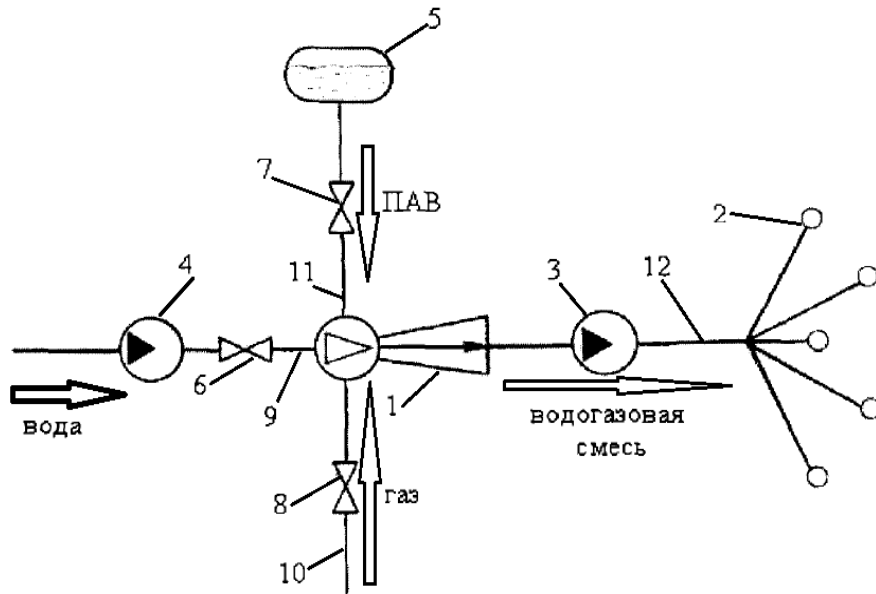
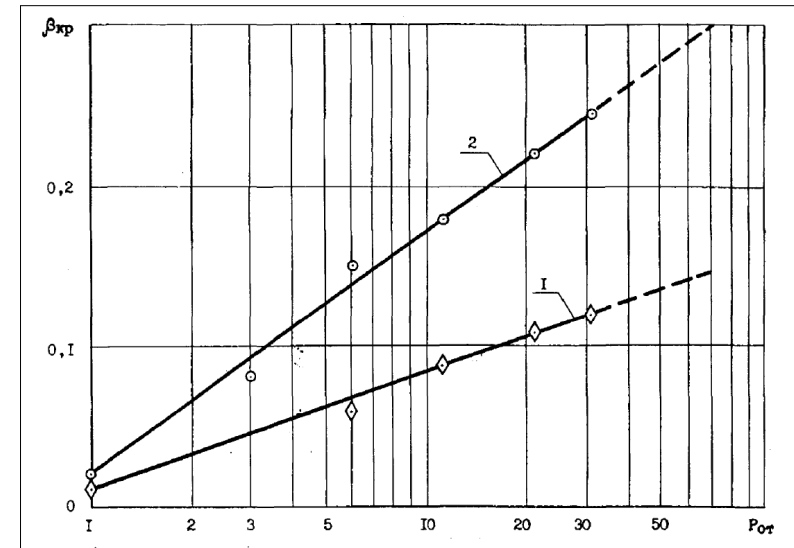


Схема установки для водогазового воздействия

- 1- эжектор;
- 2- нагнетательные скважины;
- 3,4 – многоступенчатые центробежные насосы;
- 5 – ёмкости с ПАВ;
- 6,7,8 – регулируемые задвижки;
- 9 – линия нагнетания воды;
- 10 – газовая линия;
- 11- линия подачи ПАВ;
- 12- линия закачки водогазовой смеси



Зависимость критического газосодержания $\beta_{кр}$ бескавитационной работы многоступенчатого центробежного насоса от относительного давления на приеме насоса $P_{от} = P_{вх} / P_{ат}$

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!